

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 117**

51 Int. Cl.:

**F04D 17/12** (2006.01)

**F04D 27/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.04.2011 PCT/BE2011/000019**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.10.2011 WO11130807**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2011 E 11721982 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018 EP 2561233**

54 Título: **Método para controlar un compresor**

30 Prioridad:

**20.04.2010 BE 201000253**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**16.10.2018**

73 Titular/es:

**ATLAS COPCO AIRPOWER, NAAMLOZE  
VENNOOTSCHAP (100.0%)  
Boomsesteenweg 957  
2610 Wilrijk, BE**

72 Inventor/es:

**HUBERLAND, FILIP, GUSTAAF, M.;  
JANSSENS, STIJN JOZEF, RITA, JOHANNA;  
PAHNER, UWE y  
BEYENS, FILIP, PETRUS, I.**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 686 117 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Método para controlar un compresor

- 5 La presente invención se relaciona con un método para controlar un compresor que tiene uno o más elementos compresores, que incluye un elemento turbocompresor, mediante el cual cada elemento compresor está equipado con una entrada y una salida, y mediante el cual el compresor puede conectarse a una carga que hace uso del gas comprimido. Más específicamente, la invención está destinada a ahorrar energía durante una transición de carga completa o carga parcial a carga cero o viceversa, por lo que el compresor contiene una unidad de control que controla la velocidad del elemento compresor antes mencionado o los elementos compresores mencionados anteriormente a velocidad nominal, o dentro de un cierto intervalo de velocidad nominal.
- 10 En muchos casos, es deseable que el flujo del gas comprimido en la salida compresor sea controlable en cierta medida, por ejemplo, si el compresor suministra una red de presión con gas comprimido. En tal situación, el flujo de gas suministrado se ajusta preferiblemente de acuerdo con el consumo en la red de presión. Si al menos uno de los elementos compresores que pertenecen al compresor es del tipo de tornillo, el flujo de gas suministrado se puede controlar de una manera conocida sin que esto sea esencialmente a expensas de la eficiencia. En tal caso, la
- 15 presión de entrada del elemento compresor se reduce típicamente a velocidad constante (sin embargo, lo anterior no es el caso si el elemento compresor está construido de acuerdo con el tipo turbo).
- Si el compresor es del tipo turbo, preferiblemente opera a un flujo más o menos constante, por lo que el turbo compresor funciona a la velocidad nominal. A velocidad nominal, el compresor funciona a plena carga, por lo que el compresor opera en su punto óptimo de funcionamiento.
- 20 El flujo de salida puede variarse en un grado limitado de una forma eficiente de ahorro de energía variando la velocidad del compresor o mediante paletas de guía de entrada y/o paletas de guía del difusor.
- Cuando el flujo exigido se reduce aún más, se aplican otros métodos para controlar el flujo de salida.
- Tradicionalmente, la proporción sobrante de gas comprimido en la salida compresor se expulsa haciendo uso de una válvula de descarga.
- 25 Otro método conocido consiste en expulsar regularmente el flujo completo en la salida del compresor, o recircularlo hasta que la presión en una red de presión caiga por debajo de un cierto valor, después de lo cual el compresor suministra nuevamente el flujo completo.
- De esta manera, el turbo compresor siempre puede ajustar el flujo suministrado al flujo exigido.
- Una desventaja importante de los métodos conocidos es que son intensivos en energía.
- 30 Otra forma más eficiente de ahorro de energía para reducir el flujo suministrado es instalar paletas de guía de entrada ajustables o, alternativamente, paletas de guía del difusor, por lo que el ángulo de incidencia del flujo se ajusta cada vez que cambia la rata de flujo (en la entrada y salida de la etapa del compresor, respectivamente). Una desventaja de esto es la complejidad relativamente alta y los costes de producción asociados a esto.
- 35 En todos los métodos descritos, la velocidad del compresor se mantiene igual cuando se pasa del estado cargado al descargado o viceversa.
- Otra forma de reducir aún más el flujo suministrado para un compresor centrífugo controlado por velocidad es reducir su velocidad, por lo que la presión de salida se reduce primero o simultáneamente por medio de una válvula de descarga para que se pueda obtener una baja potencia descargada. El compresor entonces no proporciona ningún flujo a la red de presión.
- 40 Una desventaja de esto, sin embargo, es que surgen pérdidas significativas en la transición entre los estados cargado y descargado y viceversa, debido a que la potencia del compresor centrífugo no es muy dependiente de la presión final.
- El documento GB 261.138 describe la restricción del flujo y la presión en el lado de suministro y la limitación de la velocidad de rotación a una rata más baja.
- 45 El objetivo de la presente invención es proporcionar una solución a una o más de las desventajas y/u otras desventajas mencionadas anteriormente proporcionando un método para controlar un compresor que tiene uno o más elementos compresores, que incluyen un elemento de turbocompresor, mediante el cual cada elemento compresor tiene una entrada y una salida, por lo que durante una transición de carga completa o carga parcial a carga cero, al menos un primer elemento de turbocompresor pasa por un proceso A que comprende los siguientes
- 50 pasos:
- la reducción al menos temporalmente de la presión de entrada de este primer elemento turbocompresor; y

- la reducción subsiguiente o simultánea o parcialmente simultánea y parcialmente posterior de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor inferior o cero,

y por lo que durante una transición de carga cero a carga parcial o carga completa, al menos este primer elemento turbocompresor pasa por un proceso B que comprende los siguientes pasos:

5 - aumento de la velocidad y/o el torque de accionamiento del primer elemento turbocompresor a un valor nominal o dentro de un intervalo de valores nominales; y

- el aumento controlado posterior o simultáneo o parcialmente simultáneo y parcialmente posterior de la presión de entrada del primer elemento turbocompresor en cuestión.

10 El "aumento controlado de la presión de entrada" indica aumentar activamente esta presión de entrada controlando ciertos componentes del compresor tales como válvulas, elementos compresores o similares por medio de una unidad de control, por ejemplo.

Preferiblemente, antes de reducir la presión de entrada del primer elemento turbocompresor, el proceso A también comprende el paso de reducir la presión de salida, por ejemplo, abriendo una válvula de descarga en el lado de presión de este primer elemento turbocompresor.

15 De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, después de llevar la presión de entrada del primer elemento turbocompresor al nivel correcto, el proceso B también comprende el paso de aumentar la presión de salida, por ejemplo, cerrando una válvula de descarga en el lado de presión de este primer elemento turbocompresor.

20 Una ventaja del método de acuerdo con la invención es que las pérdidas de energía en el período de transición entre carga completa y carga parcial o carga cero y/o viceversa son limitadas en comparación con los métodos existentes para controlar la velocidad de un elemento turbocompresor.

25 Por ejemplo, al pasar por un proceso A, el primer elemento turbocompresor absorbe menos energía. Alternativamente, al accionar el elemento compresor con un cierto torque durante este proceso A, la velocidad del primer elemento turbocompresor disminuye menos rápidamente durante una transición de carga completa a carga parcial o carga cero. Un caso específico puede ser que este torque de accionamiento sea igual a cero, de modo que el primer elemento turbocompresor solo se desacelera como un resultado de su propia resistencia al aire.

Si después de un cierto tiempo el primer elemento turbocompresor no recibe una orden de nuevo para operar a carga completa, la velocidad se estabiliza a una velocidad mínima establecida.

30 Debido a que, al pasar por tal proceso A, se reduce la presión de entrada y el primer elemento turbocompresor permanece a velocidad durante un tiempo más prolongado, una transferencia a carga completa durante este intervalo de tiempo requiere poca energía. Una ventaja adicional de la presión de entrada reducida es que la velocidad mínima ajustada es relativamente cercana a la velocidad nominal, sujeta a un torque mínimo, y por lo tanto se puede hacer con requisitos mínimos de energía sin que se requiera mucha energía para esto. Además, si el elemento turbocompresor funciona a la velocidad mínima, una transferencia a carga completa requiere menos energía en comparación con los métodos existentes.

35 Además, al pasar por un proceso B, se emplea menos energía para llevar el elemento turbocompresor a la velocidad nominal cuando se cambia de carga parcial o carga cero a carga completa.

40 Alternativamente -para el mismo torque de motor disponible o con un cierto control de torque -se puede reducir el tiempo total requerido para la transición a carga total, lo que indica una ventaja energética. Además, el compresor es capaz de responder más rápidamente a los cambios en la demanda de aire comprimido. De esta forma, el usuario puede realizar un control de presión más preciso, más eficiente para una determinada instalación disponible. Un caso específico de esto puede ser que el torque de accionamiento sea igual al torque máximo que debe suministrar el motor, por lo que el elemento turbocompresor se lleva a la velocidad nominal lo más rápido posible.

45 Con la intención de mostrar mejor las características de la invención, se describe a continuación un método preferido de acuerdo con la invención a modo de un ejemplo sin ninguna naturaleza limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 muestra esquemáticamente un compresor que se controla de acuerdo con un método de acuerdo con la invención;

la figura 2 muestra una variante de acuerdo con la figura 1.

50 La figura 1 muestra un compresor 1 que, en este ejemplo no limitante, solo contiene un elemento 2 compresor, en este caso del tipo turbo, y este elemento compresor suministra gas comprimido a una red 3 de presión, a la cual uno o más usuarios de gas comprimido están conectados.

Un tubo de entrada en el lado de admisión del elemento 2 compresor tiene una válvula 5 de entrada y está conectado a la entrada para el gas que se va a comprimir del elemento 2 compresor.

5 La válvula 5 de entrada en este caso está construida, aunque no necesariamente, de modo que, incluso en el estado totalmente cerrado, permite un cierto flujo de gas mínimo a través del elemento 2 compresor. Dicha válvula 5 de entrada puede, de acuerdo con una variante no mostrada en los dibujos, por ejemplo, pero no necesariamente, realizarse construyendo la válvula 5 de entrada en la forma de una válvula de cierre a través de la cual hay un tubo de derivación que, en el estado completamente cerrado de la válvula de cierre, permite un flujo a través de esta válvula de cierre. Alternativamente, una válvula 5 de entrada de este tipo puede contener un cuerpo de válvula que no cierra completamente un paso a través de un asiento en el estado cerrado, por ejemplo proporcionando una  
10 abertura de flujo a través de este cuerpo de válvula y/o este asiento.

15 La salida del elemento 2 compresor para gas comprimido está conectada a la red 3 de presión a través de un tubo 6 de salida con una válvula 7 de no retorno. La válvula 7 de no retorno anteriormente mencionada puede construirse de la manera convencional y consistir en un cuerpo de válvula que se presiona contra un asiento por medio de un resorte, pero de acuerdo con la invención no se excluye que la válvula 7 de no retorno antes mencionada se construya como otro tipo de válvula, tal como una válvula neumática o accionada eléctricamente, o incluso una válvula de 3 vías.

De acuerdo con la invención, no se excluye que el elemento 2 compresor esté construido en la forma de otro tipo del elemento compresor distinto del tipo turbo, por ejemplo en la forma de un elemento compresor de tornillo controlado por velocidad.

20 Entre la salida del elemento 2 compresor y la válvula 7 de no retorno, hay una derivación 8 con una válvula 9 de descarga, sobre la cual se monta preferiblemente un amortiguador 10 de ruido, pero no necesariamente. En el caso mencionado anteriormente, mediante el cual la válvula 7 de no retorno se reemplaza por una válvula de 3 vías, esta válvula de 3 vías también puede reemplazar a la válvula 9 de descarga.

25 En tal caso, el elemento 2 compresor es accionado directamente por un eje 11 de un motor 12 que tiene una unidad 13 de control, en cuyo caso se denomina un elemento compresor accionado directamente.

El accionamiento de un compresor 1 de acuerdo con un método de acuerdo con la invención es muy simple y de la siguiente manera.

30 El elemento 2 compresor aspira gas, por ejemplo pero no necesariamente aire, a través del tubo 4 de entrada. El aire se comprime de manera conocida en el elemento 2 compresor y se suministra a una red 3 de presión a través de un tubo 6 de salida.

A carga completa, el elemento 2 compresor suministra un cierto flujo de aire comprimido a su salida. En este modo, el elemento 2 compresor funciona a una velocidad nominal, o dentro de un cierto intervalo de velocidad nominal, y la válvula 5 de entrada está abierta y la válvula 9 de descarga cerrada.

35 El elemento 2 compresor está diseñado y accionado a velocidad nominal de modo que a carga completa el elemento 2 compresor funciona de manera óptima, o en otras palabras, el consumo de energía por cantidad de aire suministrado, también llamado consumo de energía específico, es el más bajo. Por supuesto, el objetivo es hacer que el elemento 2 compresor opere en la región operativa óptima antes mencionada en todo momento.

40 Si no se extrae aire comprimido de la red 3 de presión, la presión en la red antes mencionada aumentará a medida que el elemento 2 compresor sigue funcionando en modo de carga completa y suministra continuamente aire comprimido. La presión en la red 3 de presión aumenta. De acuerdo con la invención, durante esta transición de carga completa a carga cero, se puede realizar un proceso A que contiene preferiblemente el paso de abrir la válvula 9 de descarga para reducir la presión de salida del elemento 2 compresor. Como resultado, el aire comprimido se descarga en la atmósfera. La válvula 9 de descarga también puede abrirse en un depósito para recircular el gas descargado.

45 La apertura de la válvula 9 de descarga da como resultado una reducción de presión en la salida del elemento 2 compresor, de manera que la válvula 7 de no retorno, que como se indica también puede consistir en otro tipo de válvula tal como una válvula de control, por ejemplo, una válvula de tres vías se cierra y el elemento 2 compresor se aísla de la red 3 de presión.

50 Luego, al pasar por el proceso A, se reduce la presión en la entrada del elemento 2 compresor, que, por ejemplo, se realiza cerrando la válvula 5 de entrada. El término "cierre de la válvula de entrada" no necesariamente indica aquí que esta válvula de entrada está efectivamente cerrada por completo. En la práctica, puede ser que la válvula 5 de entrada no se cierre al 100% en el estado completamente cerrado, de manera que aún es posible un pequeño flujo a través de esta válvula 5 de entrada. Con esta presión de entrada reducida, se reduce la velocidad del elemento 2 compresor, por ejemplo, por el motor 12 que suministra un torque reducido.

De acuerdo con la invención, la reducción de la velocidad también puede realizarse usando un motor VSD, por ejemplo con control de frecuencia, y que controla de una manera apropiada.

5 El paso de reducir la velocidad de acuerdo con la invención se realiza ya sea después del paso mencionado anteriormente de la reducción de la presión de entrada, o junto con esta reducción de la presión de entrada, o parcialmente junto con y parcialmente después de esta reducción de la presión de entrada.

Como resultado de la presión de entrada reducida, la potencia necesaria para la compresión disminuye enormemente, de modo que el elemento 2 compresor, incluso en el caso de un torque reducido, se mantiene a velocidad durante un período de tiempo más largo.

10 Cuando la velocidad del elemento 2 compresor cae, el flujo de masa aspirado también caerá, lo que hace que la caída de presión a través de la válvula de entrada 5 caiga. La caída de presión a través de la válvula 5 mencionada anteriormente se puede aumentar cerrando adicionalmente la válvula 5 a medida que desciende la velocidad.

El aumento de la caída de presión a través de la válvula 5 de entrada cerrando adicionalmente la válvula 5 es apropiado si se usa un compresor de tipo tornillo. En tal caso, como una alternativa, la válvula 5 de entrada también se puede poner en su estado cerrado final de una vez.

15 Si se usa un compresor centrífugo, puede elegirse mantener la válvula en el mismo estado y permitir que la presión de entrada aumente nuevamente. Como es sabido, un compresor centrífugo no es capaz de realizar cabezas significativas a bajas velocidades.

Si, finalmente, se necesita alcanzar un estado descargado con una velocidad muy baja, esto implica que la presión de entrada y de salida de dicho elemento compresor debe estar próxima entre sí.

20 Si la toma de aire comprimido en la red 3 de presión no aumenta, la velocidad se estabilizará finalmente a un valor que puede depender de un torque reducido establecido, por ejemplo.

25 Si la toma de aire comprimido en la red 3 de presión aumenta, lo que indica que hay una transición de carga cero a carga parcial o carga completa, entonces de acuerdo con la invención, durante este estado transitorio, se puede pasar por un proceso B por lo que, por ejemplo, mediante un aumento del toque del motor, la velocidad se aumenta de nuevo a la velocidad nominal o al intervalo de velocidad nominal, después de lo cual se aumenta la presión de entrada del elemento 2 compresor de forma controlada, por ejemplo, abriendo la válvula 5 de entrada, y preferiblemente hasta que la presión de entrada alcance el valor nominal, y con lo que se aumenta preferiblemente la presión de salida del elemento 2 compresor.

De nuevo, el control de velocidad también se puede realizar mediante control de frecuencia del motor.

30 En este caso, la presión de salida se eleva cerrando la válvula 9 de descarga. La válvula 7 de no retorno se abre y de esta manera el elemento 2 compresor puede suministrar nuevamente aire comprimido a la red 3 de presión.

35 Un ejemplo específico de esto es una situación en la que la válvula 5 de entrada está inicialmente (casi) cerrada. Si la velocidad inicial es baja indica que la caída de presión a través de la válvula 5 de entrada es casi cero (porque el flujo de masa a través de la válvula es muy bajo) y así la presión de entrada del primer elemento compresor es casi igual a la presión atmosférica (suponiendo que la válvula 5 de entrada está montada en una entrada atmosférica). Al aumentar la velocidad -con los mismos estados de válvula - la presión de entrada caerá primero como un resultado de la mayor caída de presión a través de la válvula 5 de entrada. Cuando se alcanza la velocidad nominal, la válvula 5 de entrada puede abrirse de manera que la entrada la presión vuelve a la presión atmosférica y la válvula de descarga se cierra de manera que la presión de salida aumenta y la válvula de no retorno se abre. Durante esta transición, la presión de entrada es igualmente baja.

40 En la transición de carga completa a carga parcial o viceversa, el torque no se usa para comprimir el aire. Durante estas fases de transición, la válvula 5 de entrada se cierra de manera que el elemento 2 compresor funcione a una presión de entrada reducida.

45 Está claro que como un resultado, se puede mantener una velocidad estabilizada mínima relativamente alta, y con un torque mínimo, la velocidad puede aumentarse nuevamente a la velocidad nominal, o con el mismo torque, se puede realizar una aceleración más rápida a la velocidad nominal.

50 Si se cambia la velocidad del elemento 2 compresor controlando el torque del motor 12, se construye preferiblemente de modo que durante una transición de carga completa a carga cero, el torque sea igual a cero y durante una transición de carga cero a carga completa, se acciona el elemento 2 compresor con el torque máximo del motor.

De esta manera, las pérdidas de energía durante los períodos de transición entre carga completa o carga parcial a carga cero y viceversa pueden ser limitadas. Esta es también la ventaja más importante del método de acuerdo con la invención.

Además, la invención descrita es relativamente económica en comparación con paletas de guía de entrada o difusor relativamente caras, por ejemplo.

Los pasos antes mencionados en la transición de carga completa a carga parcial o carga cero o viceversa se pueden realizar en el orden mencionado anteriormente o de forma simultánea o parcialmente de forma simultánea.

- 5 En la figura 1, la válvula 5 de entrada y la válvula 9 de descarga se muestran como dos componentes separados. También es posible integrar la válvula 9 de descarga y la válvula 5 de entrada en un componente.

En otra realización, la válvula 9 de descarga y la válvula 5 de entrada pueden acoplarse juntas mecánicamente y/o eléctricamente o de otra manera, de modo que también puedan controlarse juntas.

- 10 La presión de entrada se ajusta en los ejemplos descritos anteriormente cerrando la válvula 5 de entrada, que está en el tubo 4 de entrada del elemento 2 compresor, de manera que se ahoga el suministro de aire. Sin embargo, el cambio de presión antes mencionado en la entrada también puede realizarse de otras maneras sin actuar fuera del alcance de la invención. Por ejemplo -si la presión de entrada es mayor que la presión atmosférica- se puede abrir una válvula de descarga que expulsa el gas a la atmósfera. Como resultado, la presión de entrada también disminuirá.

- 15 Así, en la situación ilustrada en la figura 2, la disminución de presión antes mencionada se realiza ajustando el modo de funcionamiento de un segundo elemento 2A compresor corriente arriba del elemento 2B compresor afectado, que preferiblemente pero no necesariamente está construido en la forma de un elemento compresor de tornillo con velocidad controlable. Alternativamente, puede ser un elemento compresor de tornillo equipado con una válvula de descarga o válvula de entrada o similares. Un compresor multietapa también permite que la presión de salida del  
20 elemento compresor se modifique ajustando el modo de funcionamiento de un elemento compresor corriente abajo del elemento compresor en cuestión. Alternativamente, el elemento compresor corriente abajo del elemento compresor en cuestión puede ser un elemento compresor de tornillo con velocidad controlable.

El método de acuerdo con la invención también se puede aplicar a un compresor que tiene al menos dos elementos compresores, que, directamente de otro modo, son accionados por uno y el mismo motor.

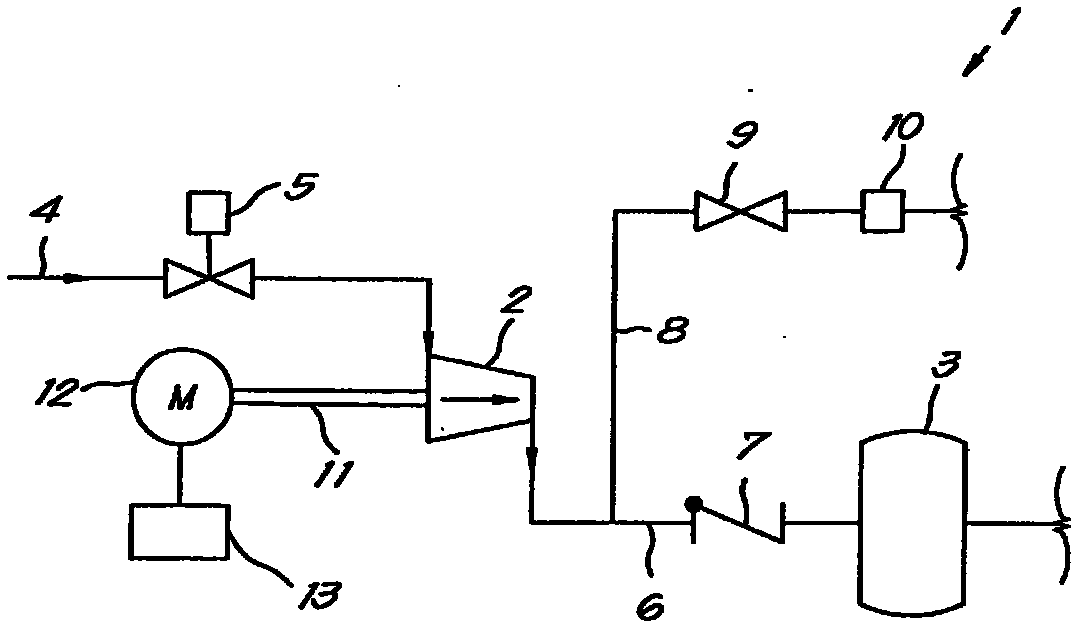
- 25 La presente invención no está limitada de ningún modo a la realización descrita como un ejemplo y mostrada en los dibujos, sino que dicho método puede realizarse en todo tipo de variantes, sin apartarse del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

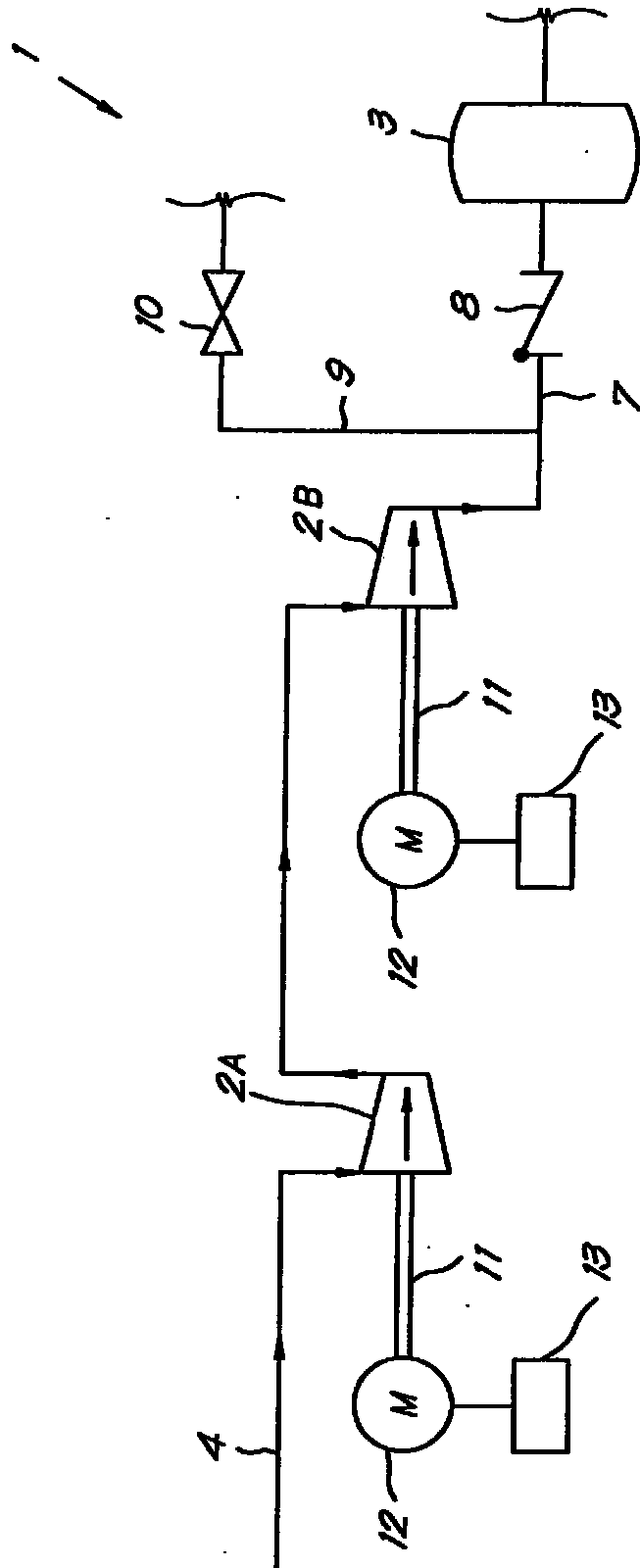
- 5 1. Método para controlar un compresor que tiene uno o más elementos (2, 2A, 2B) compresores que incluyen un elemento turbocompresor, donde cada uno tiene una entrada y una salida, caracterizado porque durante una transición de carga completa o carga parcial a carga cero, al menos un primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor antes mencionado pasa por un proceso A que comprende los siguientes pasos:
- la reducción al menos temporalmente de la presión de entrada de este primer elemento turbocompresor; y
  - la reducción subsiguiente o simultánea, parcialmente simultánea y parcialmente posterior de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor inferior o cero,
- 10 y que durante una transición de carga cero a carga parcial o carga completa, al menos este primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor pasa por un proceso B que comprende los siguientes pasos:
- aumento de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor nominal o dentro de un intervalo de valores nominales; y
  - el aumento controlado posterior o simultáneo o parcialmente simultáneo y parcialmente posterior de la presión de entrada de este primer elemento turbocompresor.
- 15 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el proceso A comprende el paso de, al menos antes de reducir la presión de entrada del primer elemento turbocompresor, reducir su presión de salida.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque se reduce la presión de salida del primer elemento turbocompresor abriendo una válvula (9) de descarga en el lado de presión de este primer elemento turbocompresor o en la salida de un elemento compresor corriente abajo del primer elemento turbocompresor en cuestión.
- 20 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el proceso B comprende los pasos de, al menos después de aumentar la presión de entrada del primer elemento turbocompresor, aumentar su presión de salida.
5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado porque la presión de salida del primer elemento (1) turbocompresor se eleva cerrando una válvula (9) de descarga en el lado de presión de este primer elemento turbocompresor o en la salida de un elemento compresor corriente abajo del primer elemento compresor en cuestión.
- 25 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el proceso B comprende el paso de aumentar la presión de entrada del primer elemento compresor al valor nominal.
7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de entrada del primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor se modifica abriendo o cerrando una válvula (5) de entrada en la entrada de este primer elemento turbocompresor en cuestión o en la entrada de un elemento compresor corriente arriba del primer elemento compresor en cuestión.
- 30 8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de entrada del primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor se modifica abriendo o cerrando una válvula (9) de descarga corriente arriba del primer elemento turbocompresor en cuestión.
- 35 9. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de entrada del primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor se modifica ajustando el modo de funcionamiento de un elemento compresor corriente arriba del primer elemento turbocompresor en cuestión.
10. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la presión de entrada del primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor se cambia controlando un elemento compresor corriente arriba del primer elemento de turbocompresor afectado, que está construido en la forma de un elemento compresor de tornillo con velocidad controlable.
- 40 11. Método de acuerdo con la reivindicación 2 y/o 4, caracterizado porque la presión de salida del primer elemento (2A, 2B) turbocompresor se modifica ajustando el modo de funcionamiento de un elemento compresor corriente abajo del primer elemento compresor en cuestión.
- 45 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado porque el elemento compresor corriente abajo del primer elemento turbocompresor implicado es un elemento compresor de tornillo con velocidad controlable.
13. Método de acuerdo con la reivindicación 7 y/u 8 en combinación con la reivindicación 3 y/o 5, caracterizado porque dichas válvulas de entrada y/o descarga están integradas en un componente.

14. Método de acuerdo con la reivindicación 13 y/o de acuerdo con la reivindicación 7 y/u 8 en combinación con la reivindicación 3 y/o 5, caracterizado porque dichas válvulas de entrada y/o descarga están acopladas mecánicamente y/o eléctricamente juntas y que están controladas juntas.
- 5 15. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se aplica a un elemento (2, 2A, 2B) compresor que está construido en la forma de un elemento turbocompresor accionado directamente.
16. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque todos los elementos compresores mencionados anteriormente están incorporados en una carcasa.
- 10 17. Método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque en el proceso A, el paso de reducción de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor inferior o cero tiene lugar posteriormente o de manera parcial posteriormente a la reducción de la presión de entrada del primer elemento turbocompresor.
- 15 18. Método para reducir las pérdidas de energía de un compresor que tiene uno o más elementos (2, 2A, 2B) compresores que tienen una entrada y una salida, durante un período de transición de carga completa o carga parcial a carga cero o viceversa, caracterizado porque para al menos un primer elemento (2, 2A, 2B) turbocompresor antes mencionado se ejecuta una transición de carga completa o carga parcial a carga cero de acuerdo con un proceso A que comprende los siguientes pasos:
- la reducción al menos temporal de la presión de entrada de este primer elemento turbocompresor;
- y
- 20 - la reducción posterior o simultánea, parcialmente simultánea y parcialmente posterior de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor inferior o cero,
- y se ejecuta una transición de carga cero a carga parcial o carga completa de acuerdo con un proceso B que comprende los siguientes pasos:
- 25 - aumento de la velocidad y/o el torque de accionamiento de este primer elemento turbocompresor a un valor nominal o dentro de un intervalo de valores nominales; y
- el aumento controlado subsiguiente o simultáneo o parcialmente simultáneo y parcialmente posterior de la presión de entrada de este primer elemento turbocompresor.





*Fig. 1*



*Fig. 2*